



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑬ Numéro de dépôt: 91101060.1

⑪ Int. Cl. 5. C03B 37/012, C03B 29/02

⑭ Date de dépôt: 28.01.91

⑮ Priorité: 02.02.90 FR 9001237

⑯ Demandeur: ALCATEL FIBRES OPTIQUES
35 rue Jean Jaurès, BP 20
F-95871 Bezons Cedex(FR)

⑯ Date de publication de la demande:
07.08.91 Bulletin 91/32

⑰ Inventeur: Le Sergeant, Christian
25, rue de la Roche Garnier
F-91460 Marcoussis(FR)

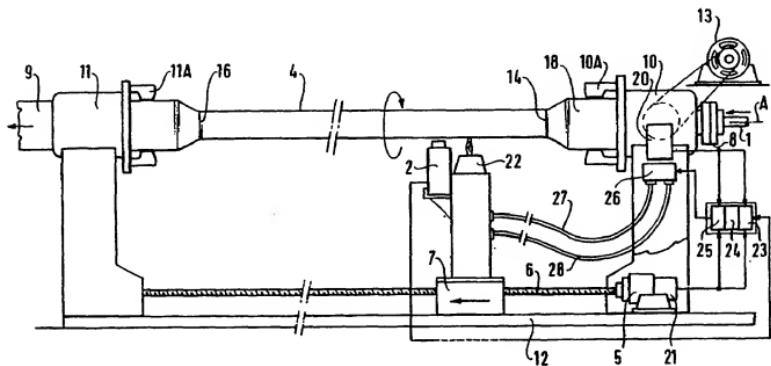
⑯ Etats contractants désignés:
DE FR GB IT NL

⑲ Mandataire: Weinmiller, Jürgen et al
Lennéstrasse 9 Postfach 24
W-8133 Feldafing(DE)

⑳ Procédé de fabrication de préformes pour fibres optiques de caractéristiques régulières.

㉑ Une pièce de verre (4) cylindrique subit des passes de chauffage sur un tour de verrier. On repère et mesure d'éventuels défauts optogéométriques

ques de cette pièce puis on corrige ces défauts par usinage de sa surface extérieure au cours d'une passe de correction sur le même tour de verrier.



PROCÉDÉ DE FABRICATION DE PRÉFORMES POUR FIBRES OPTIQUES DE CARACTÉRISTIQUES RÉGULIÈRES

La présente invention concerne la fabrication des préformes dont sont tirées les fibres optiques actuellement utilisées.

Cette fabrication comporte typiquement les étapes suivantes :

- mise en place, sur un tour de verrier, d'un tube de départ allongé constitué de silice,
- balayage de l'espace interne de ce tube par un mélange gazeux,
- mise en rotation de ce tube,
- déplacement longitudinal d'un chalumeau chauffant des zones successives de la surface extérieure de ce tube pour réaliser un dépôt dans ces zones à partir dudit mélange gazeux, de manière à former sur la surface intérieure du tube une couche interne continue transparente présentant un indice de réfraction convenable, ceci au cours d'une ou plusieurs passes de chauffage effectuées par ce chalumeau,
- réalisation analogue d'autres couches internes présentant des indices de réfraction différenciés, ceci au cours d'autres passes de chauffage,
- et retrait de ce tube au cours de passes de chauffage à température plus élevée que précédemment, de manière à former une préforme cylindrique pleine.

On obtient ainsi, par des procédés connus sous les sigles MCVD, PCVD, etc..., des préformes dont des fibres optiques seront ultérieurement tirées par étirage à chaud.

On souhaite que les fibres optiques ainsi formées ne créent que de faibles pertes de la lumière qu'elles guident, notamment à l'endroit des connexions optiques qui seront réalisées avec ces fibres. Il faut pour cela que le cœur de la fibre soit bien centré par rapport à la surface extérieure de celle-ci et qu'il présente un diamètre bien constant. Dans un cas comme dans l'autre les tolérances sont de l'ordre de quelques centaines de nanomètres.

Ceci peut être obtenu à partir de préformes pleines présentant satisfaisant à deux critères : un excentrement aussi petit que possible de leur cœur par rapport à leur surface extérieure, et un rapport constant entre le diamètre de ce cœur et celui de cette surface extérieure.

Les défauts pouvant actuellement être observés vis-à-vis de ces deux critères s'expliquent, dans le cas de préformes fabriquées par des procédés du genre précédemment indiqué, soit par des irrégularités présentes sur les tubes de départ ou concernant le dépôt des couches internes, soit

par des déformations au cours des différentes étapes du procédé.

La présente invention a notamment pour but de permettre de fabriquer des préformes exemptes de tels défauts.

Et, dans ce but, elle a notamment pour objet un procédé de fabrication de préformes, dans lequel une pièce de verre cylindrique subit des passes de chauffage sur un tour de verrier, caractérisé par le fait qu'on repère et mesure d'éventuels défauts optogéométriques de ladite pièce de verre, lorsqu'elle est sous la forme d'une préforme pleine en fin de fabrication, puis on corrige ces défauts par usinage de la surface extérieure de cette pièce au cours d'une passe de correction sur ledit tour de verrier.

De préférence, on repère et mesure lesdits défauts de ladite pièce de verre au cours d'une passe de mesure sur ledit tour de verrier, puis on corrige ces défauts par usinage thermique de la surface extérieure de cette pièce sans démontage de celle-ci, ceci au cours d'une dite passe de chauffage qui constitue alors ladite passe de correction. Il doit être compris que cette passe de correction peut être, soit une passe distincte de ladite passe de mesure et postérieure à celle-ci, soit être confondue en une même passe avec cette passe de mesure, les opérations de correction étant postérieures aux opérations de mesure au cours de cette passe.

La présente invention sera mieux comprise grâce à la description, qui va être donnée ci-après avec l'aide de la figure ci-jointe.

Il doit être compris que les éléments décrits et représentés le sont à titre d'exemple non limitatif.

Cette figure représente une vue en élévation d'un banc de verrier pour la mise en œuvre de la présente invention.

On va tout d'abord décrire le procédé de cette invention d'une manière relativement générale, divers éléments utilisés dans ce procédé étant désignés par des numéros de référence repris sur la figure.

Ce procédé comporte les opérations connues suivantes :

- mise en place de ladite pièce de verre 4 sur ledit tour de verrier 10, 11, 12, cette pièce présentant un axe A s'étendant selon sa longueur et une surface extérieure sensiblement cylindrique de révolution autour de cet axe,
- ce tour comportant des moyens de rotation 10, 11, 13 pour faire tourner cette pièce autour de cet axe, un chariot 7 apte à porter un organe de chauffage 22 pour chauffer une

zone élémentaire de cette surface extérieure, et des moyens de déplacement 5, 6, 12 pour déplacer longitudinalement ce chariot, et des passes de chauffage au cours de chacune desquelles ledit tour donne une vitesse de rotation à ladite pièce de verre et déplace ledit organe de chauffage à une vitesse longitudinale sur la longueur de cette pièce, tandis que cet organe de chauffage chauffe cette pièce en présentant une puissance de chauffage, ces vitesses de rotation et longitudinale et cette puissance de chauffage constituant des paramètres de chauffage.

Selon la présente invention ce procédé comporte en outre une passe de mesure optogéométrique réalisée, après ladite opération de mise en place, à l'aide d'un ensemble de mesure qui comporte au moins un capteur de mesure 2 pour fournir un ensemble de signaux de mesure, les signaux de cet ensemble étant respectivement associés aux zones élémentaires d'un ensemble de telles zones couvrant ladite surface extérieure, et étant représentatifs d'éventuels défauts optiques et/ou géométriques présentés par ladite pièce de verre dans lesdites zones élémentaires qui leurs sont associées. De préférence au moins une dite passe de chauffage comporte des opérations de chauffage qui sont postérieures à la fourniture desdits signaux de mesure au cours de ladite passe de mesure optogéométrique et qui sont effectuées de manière à provoquer une évaporation superficielle de verre excédentaire de ladite pièce de verre. Cette passe de chauffage constitue alors une passe de correction. On comprendra cependant que l'usage de la surface de la pièce de verre pourrait être réalisé autrement que par évaporation, par exemple par abrasion mécanique ou chimique. Au cours de ladite passe de correction un paramètre de correction, constitué de préférence par l'un au moins desdits paramètres de chauffage, est commandé à chaque instant en fonction desdits signaux de mesure, de préférence en fonction de ceux qui sont associés à celles desdites zones élémentaires qui est chauffée à cet instant par ledit organe de chauffage, de manière à corriger ledits défauts optiques et/ou géométriques présentés par ladite pièce de verre dans cette zone.

Un peu plus particulièrement, de préférence, ledit tour de verrier 10, 11, 12 fait tourner ladite pièce de verre 4 autour dudit axe longitudinal A au cours de ladite passe de mesure, ce tour comportant :

- un chariot 7 qui porte au moins un dit capteur de mesure 2 et qui déplace ce capteur longitudinalement sur la longueur de cette pièce au cours de cette passe de mesure, de manière que ce capteur de mesure passe en

regard d'une succession de dites zones élémentaires de ladite surface extérieure et fournit au moins une succession de signaux de mesure primaires associés à ces zones, - un capteur de position de mesure angulaire 20 et un capteur de position de mesure longitudinale 21 pour fournir à chaque instant des coordonnées qui sont associées à la même dite zone élémentaire que ledits signaux de mesure primaires fournis à cet instant et qui sont les coordonnées angulaire et longitudinale de cette zone,

- des moyens d'enregistrement primaires 23 pour enrégistrer en association ledits signaux de mesure primaires et ledites coordonnées,
- des moyens de calcul 24 pour lire ledits signaux de mesure primaires et ledites coordonnées associées et pour fournir en réponse des signaux de mesure secondaires associés auxdites coordonnées et représentatifs d'une correction à apporter à ladite pièce de verre dans lesdites zones élémentaires associées,
- des moyens d'enregistrement secondaires 25 pour enrégistrer en association ledits signaux de mesure secondaires et ledites coordonnées,
- un capteur de position de chauffage angulaire 20 et un capteur de position de chauffage longitudinale 21 pour fournir à chaque instant au cours de ladite passe de correction des coordonnées qui sont associées à ladite zone élémentaire chauffée par ledit organe de chauffage à cet instant et qui sont les coordonnées angulaire et longitudinale de cette zone,
- et des moyens de commande 25, 26 connectés auxdits capteur de position de chauffage 20, 21 pour recevoir ledites coordonnées à chaque instant au cours de ladite opération de correction, ces moyens de commande étant en outre connectés auxdits moyens d'enregistrement secondaires 29 pour lire à chaque instant ceux desdits signaux de mesure secondaires qui sont associés auxdites coordonnées reçues à cet instant par ces moyens de commande, ces moyens de commande commandant à chaque instant ledit paramètre de correction en fonction de ceux desdits signaux de mesure secondaires qu'ils lisent à cet instant. Ces moyens de commande fournissent pour cela des signaux qui peuvent être constitués directement par ledits signaux de mesure secondaires, ou qui peuvent être élaborés à partir de ces derniers.

Pour des raisons de simplicité un même chariot 7 porte ledit organe de chauffage 22 au cours de ladite passe de correction et ledit capteur de

mesure 2 au cours de ladite passe de mesure, un même capteur 20 constitue lesdits capteurs de position de mesure angulaire et de position de chauffage angulaire, et un même autre capteur 21 constitue lesdits capteurs de position de mesure longitudinale et de position de chauffage longitudinale.

Lesdits moyens d'enregistrement primaires 23 et secondaires 25 et moyens de calcul 24 sont constitués par un calculateur numérique.

Le paramètre de correction est commandé au cours de ladite passe de correction de manière à chauffer suffisamment des zones à corriger, qui sont certaines desdites zones élémentaires, pour enlever par évaporation une partie extérieure du verre de ladite pièce de verre.

Plus particulièrement encore, dans un cas donné en exemple et représenté, ledit tour de verrier comporte deux pouées amont 10 et aval 11 qui sont entraînées par un moteur 13 et munies de mors amont et aval 10A et 11A pour maintenir et entraîner en rotation, autour d'un axe horizontal A, un tube de départ 4. Ce tube est constitué de silice et constitue ladite pièce de verre. Il est maintenu par ces mors par l'intermédiaire de manchons de raccordement en silice qui lui sont soudés à ses extrémités amont 14 et aval 16. Un joint tournant d'entrées 8 permet d'amener des mélanges gazeux réactifs à travers la pouée amont 10.

L'arrivée et la sortie des mélanges gazeux réactifs sont représentées par des flèches 1 et 9.

Le tour de verrier comporte aussi une table 12 muni d'un chariot 7 qui se déplace longitudinalement, c'est-à-dire parallèlement à l'axe A sous l'action d'une vis d'entraînement 6 qui est entraînée en rotation par un moteur 5 auquel le capteur de position longitudinale 21 est associé.

Une opération de dépôt d'une couche interne est par exemple réalisée en faisant arriver un mélange gazeux réactif convenable par l'intermédiaire du joint tournant 8, et en effectuant une passe de l'organe de chauffage 22. Cet organe est constitué par un chalumeau à oxygène et hydrogène fixé sur le chariot 7. Dans certains cas le mélange gazeux réactif peut avantageusement comporter des gouttelettes liquides en suspension et constituer ainsi un brouillard.

Plusieurs opérations de dépôts de couches de verres sont réalisées de manière analogue dans le cadre d'un procédé connu de dépôt "MCVD" utilisé pour fabriquer les préformes conventionnelles.

Pour la mise en œuvre de la présente invention dans ce cadre, un capteur de position angulaire 20 est placé sur la pouée amont 10.

Les signaux fournis par les capteurs 20 et 21 sont transmis au calculateur 23, 24, 25 qui commande un ensemble de vannes 26, ce dernier commandant les débits d'oxygène et d'hydrogène

qui arrivent par des tubes souples 27 et 28 au chalumeau 22.

Ce dernier est de préférence un chalumeau monobuse au cours de ladite passe de correction, et il doit alors avoir une constante de temps faible, de l'ordre de la seconde, en réponse aux signaux reçus du calculateur 23, 24, 25. On utilise au contraire de préférence un chalumeau à plusieurs buses lors d'une opération de dépôt de couche interne.

La figure correspond au cas où le paramètre de correction est unique et est constitué par la puissance de chauffage. Lesdits moyens de commande sont alors constitués par les moyens d'enregistrement secondaires 25 et l'ensemble de vannes 26. Mais un autre tel paramètre ou plusieurs tels paramètres combinés pourraient aussi être constitués par la vitesse de rotation et/ou la vitesse longitudinale, les moyens d'enregistrement 25 étant alors connectés en outre, ou seulement, aux moteurs 13 et/ou 5.

Par ailleurs l'organe de chauffage pourrait être constitué autrement que par un chalumeau, par exemple par un laser à gaz carbonique.

Revendications

- Procédé de fabrication de préformes pour fibres optiques de caractéristiques régulières, dans lequel une pièce de verre (4) cylindrique subit des passes de chauffage sur un tour de verrier, caractérisé par le fait qu'on repère et mesure d'éventuels défauts optogéométriques de ladite pièce de verre, lorsqu'elle est sous la forme d'une préforme pleine en fin de fabrication, puis on corrige ces défauts par usinage de la surface extérieure de cette pièce au cours d'une passe de correction sur ledit tour de verrier.
- Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on repère et mesure lesdits défauts de ladite pièce de verre au cours d'un passe de mesure sur ledit tour de verrier, puis on corrige ces défauts par usinage thermique de la surface extérieure de cette pièce sans démontage de celle-ci, ceci au cours d'une dite passe de chauffage qui constitue ladite passe de correction.
- Procédé selon la revendication 2, ce procédé comportant les opérations suivantes :
 - mise en place de ladite pièce de verre (4) sur ledit tour de verrier (10, 11, 12), cette pièce présentant un axe (A) s'étendant selon sa longueur et une surface extérieure sensiblement cylindrique de révolution autour de cet axe, ce tour

comportant des moyens de rotation (10, 11, 13) pour faire tourner cette pièce autour de cet axe, un chariot (7) apte à porter un organe de chauffage (22) pour chauffer une zone élémentaire de cette surface extérieure, et des moyens de déplacement (5, 6, 12) pour déplacer longitudinalement ce chariot,	5	4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé par le fait que ledit tour de verrier (10, 11, 12) fait tourner ladite pièce de verre (4) autour dudit axe longitudinal (A), au cours de ladite passe de mesure, ce tour comportant :
- et des passes de chauffage au cours de chacune desquelles ledit tour donne une vitesse de rotation à ladite pièce de verre et déplace ledit organe de chauffage à une vitesse longitudinale sur la longueur de cette pièce, tandis que cet organe de chauffage chauffe cette pièce en présentant une puissance de chauffage, ces vitesses de rotation et longitudinale et cette puissance de chauffage constituant des paramètres de chauffage,	10	- un chariot (7) qui porte au moins un dit capteur de mesure (2) et qui déplace ce capteur longitudinalement sur la longueur de cette pièce au cours de cette passe de mesure, de manière que ce capteur de mesure passe en regard d'une succession de dites zones élémentaires de ladite surface extérieure et fournis au moins une succession de signaux de mesure primaires associés à ces zones,
- ce procédé étant caractérisé par le fait qu'il comporte en outre une passe de mesure optogéométrique réalisée, après ladite opération de mise en place, à l'aide d'un ensemble de mesure qui comporte au moins un capteur de mesure (2) pour fournir un ensemble de signaux de mesure, les signaux de cet ensemble étant respectivement associés aux zones élémentaires d'un ensemble de telles zones couvrant ladite surface extérieure, et étant représentatifs d'éventuels défauts optiques et/ou géométriques présentés par ladite pièce de verre dans lesdites zones élémentaires qui leur sont associées,	15	- un capteur de position de mesure angulaire (20) et un capteur de position de mesure longitudinale (21) pour fournir à chaque instant des coordonnées qui sont associées à la même dite zone élémentaire que lesdits signaux de mesure primaires fournis à cet instant et qui sont les coordonnées angulaire et longitudinale de cette zone,
- et au moins une dite passe de chauffage comportant des opérations de chauffage postérieures à la fourniture desdits signaux de mesure au cours de ladite passe de mesure optogéométrique et pour provoquer une évaporation superficielle de verre excédentaire de ladite pièce de verre de manière que cette passe de chauffage constitue une passe de correction,	20	- des moyens d'enregistrement primaires (23) pour enregistrer en association lesdits signaux de mesure primaires et lesdites coordonnées,
- l'un au moins desdits paramètres de chauffage constituant un paramètre de correction, ce paramètre de correction étant commandé à chaque instant au cours de ladite passe de correction en fonction de ceux desdits signaux de mesure qui sont associés à celles desdites zones élémentaires qui est chauffée à cet instant par ledit organe de chauffage, de manière à corriger lesdits défauts optiques et/ou géométriques présentés par ladite pièce de verre dans cette zone.	25	- des moyens de calcul (24) pour lire lesdits signaux de mesure primaires et lesdites coordonnées associées et pour fournir en réponse des signaux de mesure secondaires associés auxdites coordonnées et représentatifs d'une correction à apporter à ladite pièce de verre dans lesdites zones élémentaires associées à ces signaux et à ces coordonnées,
- et au moins une dite passe de chauffage comportant des opérations de chauffage postérieures à la fourniture desdits signaux de mesure au cours de ladite passe de mesure optogéométrique et pour provoquer une évaporation superficielle de verre excédentaire de ladite pièce de verre de manière que cette passe de chauffage constitue une passe de correction,	30	- des moyens d'enregistrement secondaires (25) pour enregistrer en association lesdits signaux de mesure secondaires et lesdites coordonnées,
- l'un au moins desdits paramètres de chauffage constituant un paramètre de correction, ce paramètre de correction étant commandé à chaque instant au cours de ladite passe de correction en fonction de ceux desdits signaux de mesure qui sont associés à celles desdites zones élémentaires qui est chauffée à cet instant par ledit organe de chauffage, de manière à corriger lesdits défauts optiques et/ou géométriques présentés par ladite pièce de verre dans cette zone.	35	- un capteur de position de chauffage angulaire (20) et un capteur de position de chauffage longitudinale (21) pour fournir à chaque instant au cours de ladite passe de correction des coordonnées qui sont associées à ladite zone élémentaire chauffée par ledit organe de chauffage à cet instant et qui sont les coordonnées angulaire et longitudinale de cette zone,
- et au moins une dite passe de chauffage comportant des opérations de chauffage postérieures à la fourniture desdits signaux de mesure au cours de ladite passe de mesure optogéométrique et pour provoquer une évaporation superficielle de verre excédentaire de ladite pièce de verre de manière que cette passe de chauffage constitue une passe de correction,	40	- et des moyens de commande (25, 26) connectés auxdits capteurs de position de chauffage (20, 21) pour recevoir lesdites coordonnées à chaque instant au cours de ladite opération de correction, ces moyens de commande étant en ou-tre connectés auxdits moyens d'enregis-
- l'un au moins desdits paramètres de chauffage constituant un paramètre de correction, ce paramètre de correction étant commandé à chaque instant au cours de ladite passe de correction en fonction de ceux desdits signaux de mesure qui sont associés à celles desdites zones élémentaires qui est chauffée à cet instant par ledit organe de chauffage, de manière à corriger lesdits défauts optiques et/ou géométriques présentés par ladite pièce de verre dans cette zone.	45	
- et au moins une dite passe de chauffage comportant des opérations de chauffage postérieures à la fourniture desdits signaux de mesure au cours de ladite passe de mesure optogéométrique et pour provoquer une évaporation superficielle de verre excédentaire de ladite pièce de verre de manière que cette passe de chauffage constitue une passe de correction,	50	
- l'un au moins desdits paramètres de chauffage constituant un paramètre de correction, ce paramètre de correction étant commandé à chaque instant au cours de ladite passe de correction en fonction de ceux desdits signaux de mesure qui sont associés à celles desdites zones élémentaires qui est chauffée à cet instant par ledit organe de chauffage, de manière à corriger lesdits défauts optiques et/ou géométriques présentés par ladite pièce de verre dans cette zone.	55	

trement secondaires (25) pour lire à chaque instant ceux desdits signaux de mesure secondaires qui sont associés aux dites coordonnées reçues à cet instant par ces moyens de commande, ces moyens de commande commandant à chaque instant ledit paramètre de correction en fonction de ceux desdits signaux de mesure secondaires qu'ils lisent à cet instant.

5

10

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'un même chariot (7) porte ledit organe de chauffage (22) au cours de ladite passe de correction et ledit capteur de mesure (2) au cours de ladite passe de mesure, un même capteur constituant lesdits capteurs de position de mesure angulaire et de position de chauffage angulaire (20), un même capteur (21) constituant lesdits capteurs de position de mesure longitudinale et de position de chauffage longitudinale.

15

20

6. Procédé selon la revendication 3, caractérisé par le fait que ledit paramètre de correction est commandé au cours de ladite passe de correction de manière à chauffer suffisamment des zones à corriger, qui sont certaines desdites zones élémentaires, pour enlever par évaporation une partie extérieure du verre de ladite pièce de verre (4).

25

30

7. Procédé selon la revendication 3 dans lequel ladite pièce de verre (4) est constituée de silice et ledit organe de chauffage est constitué par un chalumeau (22) à oxygène et hydrogène. 8. Procédé selon la revendication 3, dans lequel lesdits moyens d'enregistrement primaires (23) et secondaire (25) et lesdits moyens de calcul (24) sont constitués par un calculateur numérique.

35

40

45

50

55